



Europäisches  
Patentamt

European  
Patent Office

Office européen  
des brevets

PCT/EP 04/00232

03.02.04

REC'D 19 FEB 2004

WIPO PCT

Bescheinigung

Certificate

Attestation

Die angehefteten Unterlagen stimmen mit der ursprünglich eingereichten Fassung der auf dem nächsten Blatt bezeichneten europäischen Patentanmeldung überein.

The attached documents are exact copies of the European patent application described on the following page, as originally filed.

Les documents fixés à cette attestation sont conformes à la version initialement déposée de la demande de brevet européen spécifiée à la page suivante.

Patentanmeldung Nr. Patent application No. Demande de brevet n°

03001868.3

**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

Der Präsident des Europäischen Patentamts;  
Im Auftrag

For the President of the European Patent Office

Le Président de l'Office européen des brevets  
p.o.

R C van Dijk



Anmeldung Nr:  
Application no.: 03001868.3  
Demande no:

Anmeldetag:  
Date of filing: 29.01.03  
Date de dépôt:

Anmelder/Applicant(s)/Demandeur(s):

Methanol Casale S.A.  
Via S. Carlo, 22  
6932 Breganzona  
SUISSE

Bezeichnung der Erfindung/Title of the invention/Titre de l'invention:  
(Falls die Bezeichnung der Erfindung nicht angegeben ist, siehe Beschreibung.  
If no title is shown please refer to the description.  
Si aucun titre n'est indiqué se référer à la description.)

Pseudo isothermal radial reactor

In Anspruch genommene Priorität(en) / Priority(ies) claimed /Priorité(s)  
revendiquée(s)  
Staat/Tag/Aktenzeichen/State/Date/File no./Pays/Date/Numéro de dépôt:

Internationale Patentklassifikation/International Patent Classification/  
Classification internationale des brevets:

B01J/

Am Anmeldetag benannte Vertragstaaten/Contracting states designated at date of  
filing/Etats contractants désignées lors du dépôt:

AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IT LU MC NL  
PT SE SI SK TR LI

- 1 -

Titolo: Reattore pseudo isoterma radiale.

## DESCRIZIONE

### Campo di applicazione

- 5 La presente invenzione si riferisce, nel suo aspetto più generale, ad un reattore chimico pseudo isoterma radiale per reazioni catalitiche, comprendente un mantello sostanzialmente cilindrico chiuso alle contrapposte estremità da rispettivi fondi, una zona di reazione in cui  
10 è supportato almeno un rispettivo letto catalitico e una pluralità di scambiatori di calore situati in detta zona di reazione.

- Nel seguito della descrizione e nelle successive rivendicazioni, con il termine "reattore pseudo isoterma"  
15 si intende individuare un reattore per reazioni chimiche in cui la temperatura di reazione viene controllata in un ambito di valori limitato nell'intorno di un prefissato valore ottimale.

- Inoltre, con riferimento all'asse principale del reattore,  
20 l'attraversamento della zona di reazione, da parte dei reagenti e dei prodotti di reazione, avviene in senso radiale.

### Tecnica Nota

- ~~Come~~ è noto, in tutti i reattori pseudo isotermi è  
25 indispensabile che reagenti e prodotti permangano all'interno del reattore per un tempo di permanenza prefissato che consenta sia ai reagenti di reagire, sia alla miscela di reagenti e prodotti di scambiare calore con

l'esterno del reattore (ad esempio tramite uno scambiatore di calore posto all'interno della zona di reazione) in modo da mantenere le condizioni pseudo isoterme all'interno del reattore stesso, man mano che la reazione proceda.

- 5 Nella tecnica nota sono ampiamente utilizzati reattori pseudo isotermi con letto catalitico ad attraversamento assiale da parte dei reagenti.

Questi reattori consentono di ottenere alte capacità produttive, ma l'attraversamento del letto catalitico da  
10 parte del gas dà luogo a grosse perdite di carico.

Per evitare le suddette perdite di carico è stato proposto di ridurre l'altezza del letto catalitico e contemporaneamente aumentare il raggio dello stesso per mantenere inalterata la produttività. Reattori così fatti,  
15 cioè con un mantello di grande diametro, sono però antieconomici dal punto di vista costruttivo.

Per risolvere il problema delle perdite di carico ed allo stesso tempo rendere più economica la costruzione di reattori catalitici pseudo isotermi, sono stati sviluppati  
20 reattori ad attraversamento radiale del letto catalitico, che si sviluppano sostanzialmente in altezza, con un rapporto, ad esempio nella sintesi dell'ammoniaca, fra altezza e diametro pari a circa 10.

Questi reattori risolvono sia il problema delle perdite di  
25 carico sopra menzionati, sia i problemi economici legati alla costruzione di mantelli di grossi diametri, ma introducono un nuovo riconosciuto inconveniente.

In detti reattori radiali, infatti, a causa della notevole lunghezza del letto catalitico, si è riscontrato che i

reagenti gassosi, una volta distribuiti lungo la parete di ingresso di detto letto, hanno una insufficiente velocità di attraversamento del letto stesso.

5 Detta velocità di attraversamento influenza negativamente il coefficiente di scambio termico fra reagenti e piastre di scambio termico.

Per queste ragioni non risulta più possibile un ottimale controllo della pseudo-isotermicità della reazione.

#### Sommario dell'invenzione

10 Il problema tecnico alla base del presente trovato è quello di escogitare un reattore chimico del tipo sopracitato  
avente caratteristiche strutturali e funzionali tali da  
permettere un efficace controllo della pseudo-isotermicità  
della reazione in modo da superare gli inconvenienti della  
15 tecnica nota sopra descritta.

Il suddetto problema tecnico è risolto da un reattore chimico pseudo isoterma radiale per reazioni catalitiche, comprendente un mantello sostanzialmente cilindrico chiuso alle contrapposte estremità da rispettivi fondi, una zona  
20 di reazione in cui è supportato un rispettivo letto catalitico e una pluralità di scambiatori di calore situati in detta zona di reazione, caratterizzato dal fatto di comprendere almeno una seconda ulteriore zona di reazione comprendente un rispettivo letto catalitico e una pluralità  
25 di scambiatori di calore situati in detta seconda zona di reazione, detta prima e detta seconda zona di reazione essendo in reciproca comunicazione di fluido.

Ulteriori caratteristiche e vantaggi del trovato risulteranno maggiormente dalla descrizione dettagliata di

un esempio di realizzazione di un reattore chimico secondo il trovato, fatta qui di seguito con riferimento ai disegni allegati, a titolo indicativo e non limitativo.

Breve descrizione delle figure

- 5 La figura 1 mostra schematicamente in sezione un reattore chimico per la realizzazione dell'invenzione.

Le figure 2 e 3 mostrano schematicamente in sezione ciascuna un particolare di figura 1.

Descrizione dettagliata di una forma di realizzazione preferita dell'invenzione

- 10 Con riferimento alla figura 1, con 1 viene globalmente e schematicamente indicato un reattore chimico pseudo isothermo radiale, ad asse A-A verticale, generalmente utilizzato per attuare reazioni chimiche attivate dalla  
15 presenza di un catalizzatore, nel caso specifico (ma non limitativo) per la sintesi dell'ammoniaca.

- Detto reattore 1 comprende un mantello cilindrico 2, contrapposti fondi, inferiore 3 e superiore 4. Il fondo superiore 4 è provvisto di un bocchello 5 per l'immissione  
20 dei reagenti, mentre il fondo inferiore 3 è provvisto di un bocchello 6 per lo scarico dei prodotti di reazione.

- Detto mantello 2 comprende una cartuccia 7, cilindrica e coassiale con detto mantello 2, nella quale è definita una prima zona 8 di reazione, rappresentativamente compresa tra  
25 una linea 9 superiore e una linea 10 inferiore, per accogliere un prescelto letto catalitico 11 (supportato in modo di per sé noto e quindi non rappresentato), destinato ad essere attraversato radialmente dai gas reagenti.

- 5 -

Detto letto catalitico 11 è delimitato lungo la direzione parallela all'asse A-A da pareti 12 e 13, rispettivamente esterna ed interna, di un cestello 14 a conformazione sostanzialmente anulare cilindrica, forellate, in modo da permettere il passaggio radiale dei reagenti attraverso il letto catalitico 11.

Detto cestello 14 è inoltre chiuso inferiormente da un fondo 16 posto in corrispondenza della linea 10.

Un condotto centrale 17, cilindrico coassiale a detto mantello 2 si estende da una prima camera 18 di raccolta del gas reagente, inferiormente delimitata dalla linea 9, fino ad una seconda camera 19 di raccolta dei gas uscenti dalla prima zona di reazione 8, superiormente delimitata dalla linea 10.

Tra detto cestello 14 e la cartuccia 7 è presente una intercapedine 20 per la distribuzione dei reagenti all'interno del letto catalitico 11; analogamente, tra detto cestello 14 e il condotto centrale 17 si trova una intercapedine 21 con la funzione di collettore per la miscela reagenti/prodotti uscente dal letto catalitico 11.

Nel letto catalitico 11 è immersa e supportata una pluralità di scambiatori di calore 22; detti scambiatori di calore 22 sono piastriformi, rettangolari, scatolati, preferibilmente disposti a raggiera con lati lunghi 23 paralleli all'asse A-A del mantello 2 stesso.

Detti scambiatori di calore 22 possono essere disposti, non limitativamente, su più ordini concentrici, coassiali a detto mantello 2.

Detti scambiatori 22 comprendono un raccordo 24 di ingresso ed un raccordo 25 di uscita per un fluido operativo di scambio termico, detti raccordi essendo posizionati su opposti lati corti di detti scambiatori 22.

- 5 In accordo con una caratteristica della presente invenzione e secondo una forma di realizzazione preferita, in detto mantello 2 è definita una seconda zona 26 di reazione, rappresentativamente compresa tra una linea 27 superiore e una linea 28 inferiore, per accogliere un prescelto letto  
10 catalitico 29, destinato ad essere attraversato radialmente dai gas reagenti e dai prodotti della reazione.

Tale seconda zona di reazione 26 è associata e in comunicazione di fluido con la prima zona di reazione 8, attraverso la summenzionata camera 19 che è delimitata  
15 inferiormente dalla linea 27.

Detto letto catalitico 29 è delimitato lungo la direzione parallela all'asse A-A da pareti 30 e 31, rispettivamente esterna ed interna, di un cestello 32 a conformazione anulare cilindrica, forellate, in modo da permettere il  
20 passaggio radiale dei reagenti attraverso il letto catalitico 29.

Detto cestello 32 è inoltre chiuso inferiormente, da un fondo anulare 34 posto in corrispondenza della linea 28.

Tra detto cestello 32 e la cartuccia 7 è presente una  
25 intercapedine 48 per la distribuzione dei reagenti all'interno del letto catalitico 29; tale intercapedine 48 è in comunicazione con il letto catalitico 11 tramite il collettore 21 e la camera di raccolta 19.



- 7 -

l'esterno tramite un condotto di scarico 47 e il bocchello 6 inferiore.

5 Tra detto cestello 32 e l'asse A-A del mantello 2 si trova una camera di raccolta 35 con la funzione di collettore per la miscela reagenti/prodotti uscente dal letto catalitico 29, in comunicazione di fluido con il bocchello 6 tramite il condotto 47 di scarico.

10 Nel letto catalitico 29 è immersa e supportata una pluralità di scambiatori di calore 36; detti scambiatori di calore 36 sono piastriformi, rettangolari, scatolati, con lati lunghi 37 paralleli all'asse A-A del mantello 2 stesso.

15 Detti scambiatori di calore 36 possono essere disposti, non limitativamente, su più ordini concentrici, coassiali a detto mantello 2.

Detti scambiatori 36 comprendono un raccordo 38 di ingresso ed un raccordo 39 di uscita per un fluido operativo di scambio termico, detti raccordi essendo posizionati su uno stesso lato corto di detti scambiatori 36.

20 Gli scambiatori di calore 36 sono in comunicazione di fluido con il condotto centrale 17 attraverso un condotto di alimentazione e un correlato condotto 42 di raccolta, toroidale.

25 Gli scambiatori di calore 36 sono altresì in comunicazione di fluido con gli scambiatori di calore 22 attraverso condotti 43.

Con riferimento alla suddetta apparecchiatura, un flusso di reagenti viene alimentato in continuo al reattore 1 attraverso il bocchello 5.

Tale flusso viene alimentato, tramite un condotto di alimentazione 44, un condotto anulare di distribuzione 45 e raccordi 46, agli scambiatori di calore 22, dove scambia calore con la prima zona di reazione 8.

- 5 All'interno di detti scambiatori 22, come pure all'interno degli scambiatori 36, il flusso dei reagenti ha la funzione di fluido operativo di scambio termico.

All'uscita da questi scambiatori 22, tale flusso passa all'interno degli scambiatori 36, attraverso i condotti 43, e scambia calore con la seconda zona di reazione 26.

All'uscita dagli scambiatori di calore 36, il flusso di reagenti viene raccolto da un condotto di raccolta toroidale 42 e inviato, attraverso il condotto 41, nel condotto centrale 17.

- 15 Il condotto centrale 17 porta il flusso di reagenti fino alla camera 18 dalla quale scende lungo l'intercapedine 20 e, passando attraverso la parete 12 del cestello 14, si diffonde radialmente attraverso la prima zona di reazione 8, dove reagisce parzialmente.

- 20 La miscela reagenti/prodotti in uscita dalla zona di reazione 9 viene raccolta nell'intercapedine 21 e da qui passa alla camera di raccolta 19, dalla quale, attraverso l'intercapedine 48, viene distribuita all'interno della seconda zona di reazione 26.

- 25 Nella seconda zona di reazione 26, attraversando radialmente il letto catalitico 29, viene completata la reazione.

All'uscita dalla seconda zona di reazione 26, i prodotti fluiscono nella camera di raccolta 35, dalla quale sono

convogliati al bocchello di uscita tramite un condotto di scarico 47.

5 Grazie alla configurazione sopra descritta, i gas reagenti sono distribuiti lungo pareti di ingresso di rispettivi letti catalitici, di lunghezza inferiore al singolo letto catalitico dell'arte nota, e quindi si ottiene una maggiore velocità di attraversamento di detti letti catalitici 11 e 29 da parte dei reagenti.

10 In questo modo si consegue un migliorato controllo dell'isotermicità della reazione necessaria per migliorare le rese di reazione del reattore, per evitare il danneggiamento del catalizzatore, e per impedire un deterioramento delle parti interne del reattore.

15 Secondo una vantaggiosa forma di realizzazione della presente invenzione, è possibile disporre un numero di scambiatori di calore differente in ogni letto catalitico, a seconda della quantità di calore che sia necessario scambiare.

20 In altre parole, secondo le figure 2 e 3 che rappresentano le sezioni del reattore secondo i piani rispettivamente B-B e C-C, è possibile inserire un numero maggiore di scambiatori 22 all'interno del primo letto catalitico 11, dove la concentrazione di reagenti è massima e la reazione avviene più speditamente, con conseguente necessità di un  
25 maggiore scambio termico.

Un numero inferiore di scambiatori 36 è invece richiesto all'interno del secondo letto catalitico 29, ove la concentrazione di reagenti è minore rispetto allo stadio precedente e la reazione procede in modo più blando,  
30 necessitando così un minore scambio di calore.

In questo modo, si ottiene anche un risparmio sul numero di scambiatori da utilizzare, con un conseguente ritorno economico.

5   Allo stesso scopo è possibile variare la lunghezza dei letti catalitici, al fine di controllare la velocità di attraversamento degli stessi da parte dei gas reagenti e quindi controllare l'isotermicità della reazione (si veda l'esempio di figura 1).

10   Grazie al reattore secondo la presente invenzione, è possibile attuare un metodo per ottimizzare reazioni catalitiche pseudo isoterme, comprendente le fasi di alimentare reagenti ad una zona di reazione 8 comprendente un letto catalitico 11 e una pluralità di scambiatori di calore 22 situati in detto letto catalitico 11, e le  
15   ulteriori fasi di raccogliere reagenti e prodotti provenienti dalla zona di reazione 8, convogliare detti reagenti e prodotti ad una seconda zona di reazione 26 comprendente un rispettivo letto catalitico 29 e una rispettiva pluralità di scambiatori di calore 36 situati in  
20   detto letto catalitico 29, alimentare detti reagenti e prodotti a detta seconda zona di reazione 26, completare la reazione in detto letto catalitico 29.

25   Il trovato così concepito è suscettibile di ulteriori varianti e modifiche, tutte rientranti nell'ambito di protezione della presente invenzione definito dalle seguenti rivendicazioni.

# RIVENDICAZIONI

- 1) Reattore chimico pseudo isoterma radiale per reazioni catalitiche, comprendente un mantello sostanzialmente cilindrico (2) chiuso alle contrapposte estremità da rispettivi fondi (3 e 4), una zona di reazione (8) in cui è supportato un rispettivo letto catalitico (11) e una pluralità di scambiatori di calore (22) situati in detta zona di reazione (8), caratterizzato dal fatto di comprendere almeno una seconda ulteriore zona di reazione (26) comprendente un rispettivo letto catalitico (29) e una pluralità di scambiatori di calore (36) situati in detta seconda zona di reazione (26), detta prima e detta seconda zona di reazione (8 e 26) essendo in reciproca comunicazione di fluido.
- 2) Reattore chimico secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detta prima e detta seconda zona di reazione (8 e 26) sono associate in serie.
- 3) Reattore chimico secondo la rivendicazione 2, caratterizzato dal fatto che la pluralità di scambiatori (22) di calore di almeno una di dette zone di reazione (8, 26) è in comunicazione di fluido con l'esterno.
- 4) Reattore chimico secondo la rivendicazione 3, caratterizzato dal fatto che le pluralità di scambiatori (22, 36) di calore di entrambe dette zone di reazione (8, 26) sono in reciproca comunicazione di fluido.
- 5) Reattore chimico secondo la rivendicazione 4, caratterizzato dal fatto che almeno uno scambiatore di

dette pluralità di scambiatori di calore (22, 36) a piastriforme, rettangolare, scatolato.

5 6) Reattore chimico secondo la rivendicazione 5, caratterizzato dal fatto che detta pluralità di scambiatori (22) è disposta a raggiera, coassialmente rispetto all'asse (A-A) del reattore.

10 7) Metodo per ottimizzare reazioni catalitiche pseudo isoterme, comprendente le fasi di alimentare reagenti ad una zona di reazione (8) comprendente un letto catalitico (11) e una pluralità di scambiatori di calore (22) situati in detto letto catalitico (11), caratterizzato dal fatto di comprendere ulteriori fasi di raccogliere reagenti e prodotti provenienti dalla zona di reazione (8), convogliare detti reagenti e prodotti ad almeno una seconda  
15 zona di reazione (26) comprendente un rispettivo letto catalitico (29) e una rispettiva pluralità di scambiatori di calore (36) situati in detto letto catalitico (29), alimentare detti reagenti e prodotti a detta seconda zona di reazione (26), completare la reazione in detto letto  
20 catalitico (29).

RIASSUNTO

Reattore chimico pseudo isoterma radiale per reazioni catalitiche, comprendente un mantello sostanzialmente cilindrico chiuso alle contrapposte estremità da rispettivi  
5 fondi, comprendente una zona di reazione in cui è supportato un rispettivo letto catalitico e una pluralità di scambiatori di calore situati in detta zona di reazione.

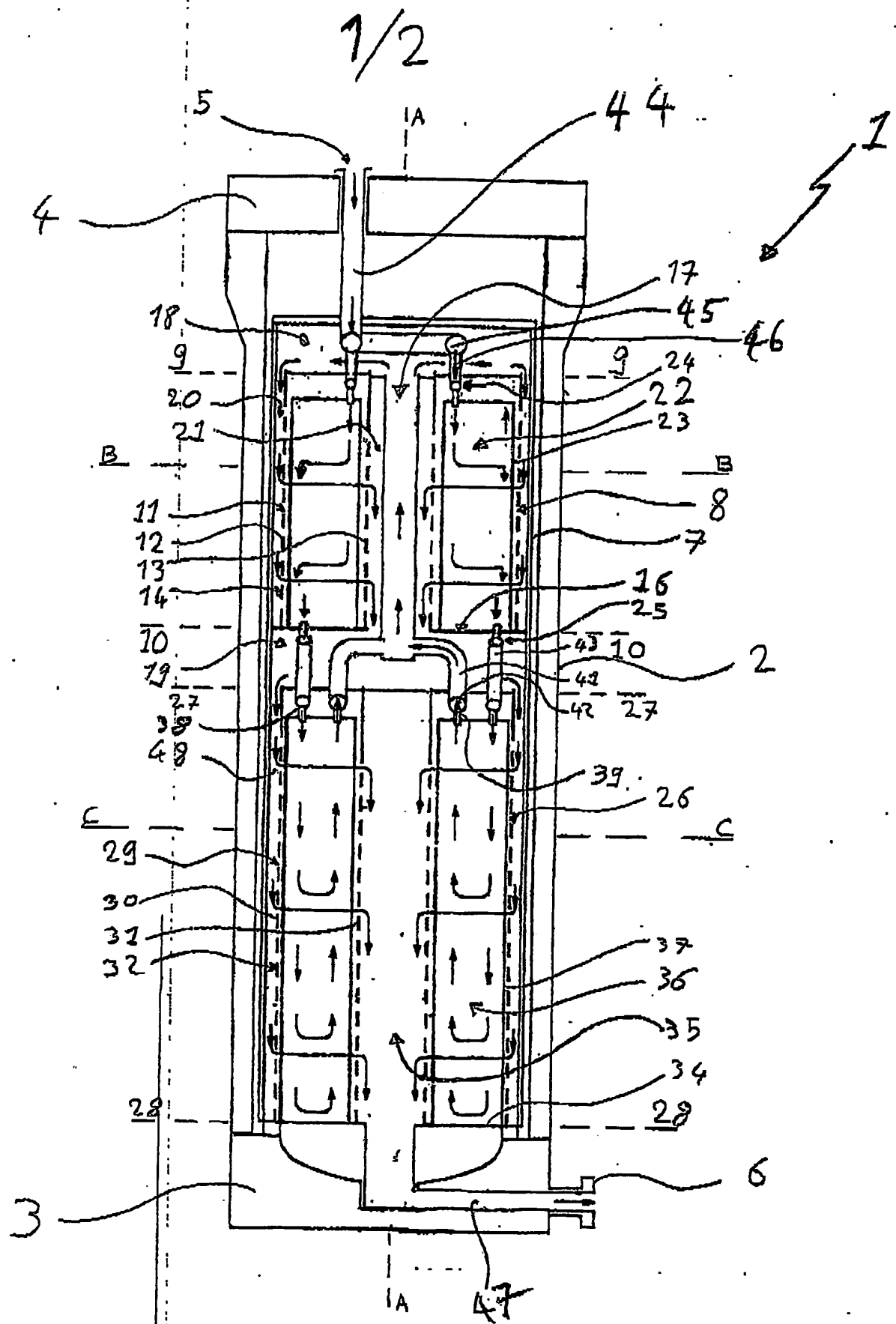


Fig. 1



2/2

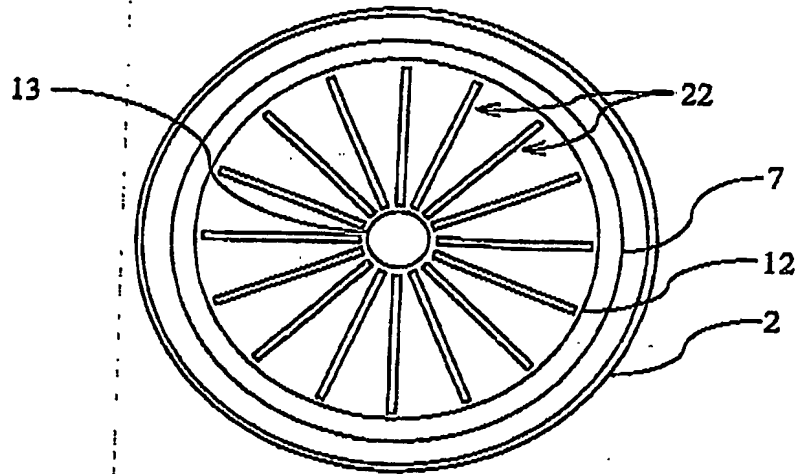


Fig. 2

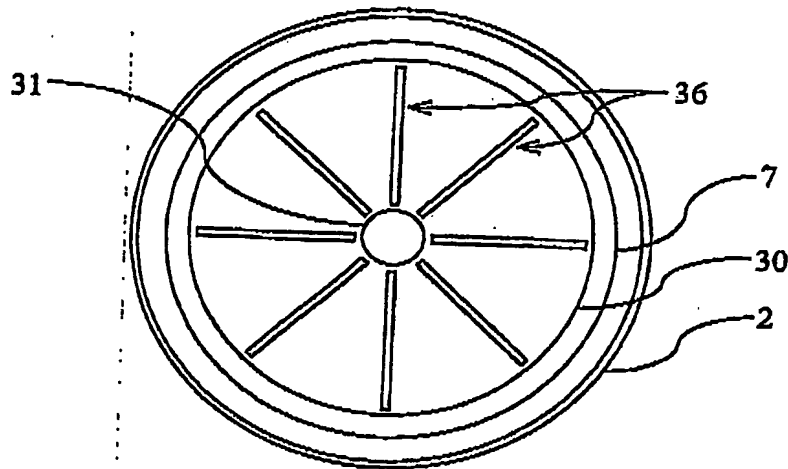


Fig. 3

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

PCT Application  
**PCT/EP2004/000232**

